

Evolução geológica de Portugal continental durante o Cenozóico – sedimentação aluvial e marinha numa margem continental passiva (Ibéria ocidental)

Geologic evolution of the Portugal mainland during the Cenozoic – alluvial and marine sedimentation at a passive continental margin (W Iberia)

Pedro P. Cunha ⁽¹⁾, J. Pais ⁽²⁾ & P. Legoinha ⁽²⁾

(1) Dep. Ciências da Terra, Univ. Coimbra; IMAR-Marine and Environmental Research Centre, Grupo de investigação em Sistemas Sedimentares, Hidrodinâmicas e Transformações Globais; pcunha@det.uc.pt

(2) Dep. Ciências da Terra, Univ. Nova de Lisboa; CICEGe; Campus de Caparica, 2829-516 Caparica

Abstract:

In Portugal mainland Cenozoic sedimentation occurred largely but allocated to several basins. Even in the same basin, the sedimentary record shows significant lateral changes in facies and thickness. However, the main sedimentary ruptures and overall lithologic characteristics of the infilling stages are quite similar in the several basins, reflecting the geodynamic evolution of Iberia and the eustatic and climate changes during Cenozoic times. A stratigraphic framework is proposed, in order to contribute towards a less complex use of the lithostratigraphic units defined in the geological maps and literature. Some topics for future research are also suggested.

Palavras-chave: Cenozóico, litostratigrafia, bacias sedimentares, Portugal.

Key words: Cenozoic, lithostratigraphy, sedimentary basins, Portugal.

1. INTRODUÇÃO

No Cenozóico de Portugal continental existe uma complexa nomenclatura de unidades litostratigráficas. É comum uma mesma unidade litostratigráfica mudar de nome nas cartas geológicas 1/50.000 adjacentes ou existirem diferentes critérios de separação litostratigráfica. A existência de significativas variações laterais e verticais de fácies e a rara ocorrência de jazidas fósseis com significado cronostratigráfico dificultam também a correlação estratigráfica e o estabelecimento de unidades. Por outro lado, nas últimas décadas a instituição com competências na elaboração de cartografia geológica formal sofreu progressivos cortes nos meios humanos e materiais. Isso explica que o país não esteja ainda coberto por cartografia geológica nas escalas 1/50.000 e 1/200.000. Para promover a publicação de cartografia geológica tem sido desenvolvida a colaboração com as universidades.

No presente texto faz-se uma actualização da litostratigrafia do Cenozóico de Portugal, propondo-se um conjunto de unidades que visam evitar múltiplas designações, mas têm em conta variações nas características sedimentares susceptíveis de ser distinguidas pela cartografia, bem como promovem a utilização dos recursos geológicos destas bacias.

Atendendo às limitações de espaço, a citação da bibliografia foi reduzida ao mínimo indispensável. No entanto, as principais referências bibliográficas aos trabalhos anteriores podem ser encontradas em Choffat (1950), Carvalho (1968), Teixeira (1979), Pais (1981, 1989, 2004), Azevedo (1983), Diniz (1984), Pereira (1990), Cunha (1992a, 1992b, 1996, 1999, 2000), Pena dos Reis *et al.* (1992), Cunha *et al.* (1993), Antunes & Pais (1993), Cabral (1995), Barbosa (1995), Pimentel (1997), Pereira (1997), Antunes *et al.* (1996, 1999, 2000), Terrinha (1998), Moura (1998), Moura & Boski (1999), Martins (1999), Pais *et al.* (2000), Pereira *et al.* (2000), Legoinha (2001), Dias (2001), Cunha & Martins (2004), Dinis (2004), Brilha *et al.* (2005), Gomes (2008), Cunha *et al.* (2008) e Ramos (2008).

2. SÍNTESE DE CONHECIMENTOS SOBRE O CENOZÓICO DE PORTUGAL

Os primeiros estudos sobre o Cenozóico de Portugal, essencialmente a partir de inícios do séc. XIX, foram de reconhecimento estratigráfico e índole paleontológica. Seguidamente desenvolveu-se a litostratigrafia, através de importante investimento na elaboração de cartografia geológica para a publicação de folhas na escala 1/50.000.

Ulteriormente, estudos sedimentológicos ajudaram na caracterização e diferenciação litostratigráfica; foram, também, definidas unidades alostratigráficas (sequências limitadas por descontinuidades sedimentares – SLD; Cunha, 1992a, 1992b). Os estudos mais modernos são de análise de bacia, de estratigrafia de alta resolução e de datação.

Nos parágrafos seguintes, e nas tabelas 1, 2 e 3, apresenta-se proposta de unidades litostratigráficas para o Cenozóico de Portugal continental; na figura 1 apresentam-se reconstituições paleogeográficas para as principais fases evolutivas da Bacia do Mondego e nas figuras 3 e 4 para a Bacia do Tejo.

Sector português da Bacia do Douro

Com grande extensão em Espanha, a Bacia cenozóica do Douro tem registada em Portugal uma parte do seu bordo ocidental. Na área de Vilar Formoso existe predomínio da representação das “Arcoses de Nave de Haver” que, com o membro inferior esmetítico e o superior mais caulínítico, poderá abarcar do Eocénico ao Tortoniano inferior. Encontram-se sobre o substrato granítico, em depressões largas, e indicam fraca drenagem para oriente. Mais significativamente a norte do rio Douro, em paleovales largos, existe representação da Formação de Bragança (Membros de Castro e de Atalaia), rica de conglomerados argilosos e lutitos, bem como da Formação de Mirandela, de fácies conglomerática indicativa de boa drenagem para o Atlântico. Junto a relevos existem escassos depósitos heterométricos vermelhos, definidos como a Formação de Aveleda. Ocorrências de uma carbonatação sobre o soco foram atribuídas ao Paleogénico mas os palinomorfos recentemente identificados são indicativos do Pliocénico; trata-se, provavelmente, de depósitos da Formação de Bragança que desenvolveram uma epigenia carbonatada no contacto com rochas básicas. Depósitos de terraço só existem localmente (ex. Pocinho, Barca D’Alva), podendo identificar-se três níveis sedimentares.

Bacia do Mondego

A Formação de Taveiro e a Formação de Buçaqueiro, seu equivalente mais proximal depositado junto à falha da Lousã, correspondem a quartzarenitos e lutitos brandos que poderão compreender o Campaniano superior ao Ipresiano. São anteriores à definição de uma geometria em depressão alongada NE-SW que recebeu um enchimento fluvial arcósico e conglomerático que poderá compreender do Eocénico médio ao Oligocénico; está representado pela Formação do Bom Sucesso e seu equivalente proximal (a NE), a Formação de Coja.

Superiormente existe uma outra unidade alostratigráfica, fluvial, arcósica, de cor alaranjada e idade miocénica, representada pela Formação de Amor e seu equivalente proximal (a NE), a Formação de Lobão. De idade mais recente, atribuível ao Tortoniano superior a Pliocénico, o Grupo de Sacões compreende depósitos de leque aluvial depositados no sopé das escarpas das falhas da Lousã e de Vérin-Penacova, compreendendo a Formação de Campelo, Formação de Telhada e Formação de Santa Quitéria. Ao longo do sopé da falha Pombal-Leiria, e na área de Ourém, também existem depósitos aluviais que devem representar o Tortoniano a Zancleano. Para SW o Pliocénico aumenta de espessura e pode apresentar arenitos amarelos marinhos (Formação de Carnide), arenitos brancos deltaicos (Formação de Roussa) ou arenolitos fluviais a palustres (Formação de Barracão). O Plistocénico está representado por terraços sedimentares, coluviões e areias eólicas. Do Holocénico existem importantes campos dunares eólicos, bem como enchimentos estuarinos e de planície aluvial.

Bacia do Baixo Tejo

O enchimento basal, atribuível ao Paleogénico, compreende sedimentos aluviais mal calibrados que se podem diferenciar em duas unidades: a inferior (SLD7), indicando um predomínio de mantos de inundações; a superior (SLD8), reflectindo fluxos canalizados. Está representado pela Formação de Cabeço do Infante, Formação de Vale de Guizo, Formação de Monsanto e Formação de Benfica. Sedimentação fluvial arcósica durante o Miocénico está compreendida pela Formação de Silveirinha dos Figs e Formação de Alcoentre, sedimentação predominantemente lutítica de planície de inundações está representada pela Formação de Tomar, bem como calcários palustres abrangidos pela Formação de Almoester. Nas áreas de Lisboa e Península de Setúbal a sedimentação é de génese estuarina (fig. 4) e nela foram diferenciadas numerosas unidades litostratigráficas. A Formação de Torre e a Formação de Monfortinho compreendem depósitos de leque aluvial no sopé SE da Cordilheira Central, que poderão registar o Tortoniano superior a Zancleano; na região de Abrantes foram englobados pela designação informal de Conglomerados de Rio de Moinhos. O Pliocénico superior estará representado a NW (Beira Baixa) pela Formação de Falagueira, no sector intermédio pelas Formações de Ulme, Almeirim e Vila de Rei, enquanto que no sector vestibular (Lisboa-Setúbal) se diferenciaram as Areias de Santa Marta e o Conglomerado de Belverde. O Plistocénico e Holocénico estão registados pela Form. de Marco Furado, seis níveis de terraço (Martins et al., 2009), dunas e aluviões.

Era/Érat.	Perí./Sist.	Época/Série	Idade/Andar	Unidades faunísticas	Ma	Fase tectónica	Bacia do Douro (Trás-os-Montes)	Bacia do Mondego	Seq. limitadas por descontinuidades (Cunha, 1992)
Cenozóico	Neogénico	Quaternário	Holocénico	Versiliano	0,01	Iberomanchega Bética "Arrábida" Neocastelhana Castelhana Pirenica Pré-Pirenica Neolaramida	Aluviões Terrapços	Aluviões Dunas Terrapços	SLD 14
			Plistocénico	Tirreniano	1,8		Fm. Aveleda	Nível de Serra da Vila	
				Ioniano	2,6		Fm. Mirandela	Fm. Santa Quitéria	SLD 13
			Pliocénico	Calabrianio	3,6			Fm. Barracão	
				Gelasiano	5,3			Fm. Rousa	
			Inf.	Placenciano	7,3			Fm. Camide	
				Zanciano	11,6		Fm. Bragança	Fm. Telhada	SLD 12
			Sup.	Rusciano	13,7		Mb. Atalaia	Fm. Redinha	SLD 11
				Messiniano	16		Mb. Castro	Fm. Pombal	
			Med.	Tortoniano	20,4				
				Valesiano	23				
			Inf.	Serravaliano	34			Fm. Lobão	Fm. Amor
				Astaraciano	56				
			Langhiano	Orleaniano	66				
				Orleaniano					
			Aquitano						
			Sup.	Chalano					
			Inf.	Rupeliano					
			Sup.	Priaboniano					
			Med.	Bartonian					
			Inf.	Luteciano					
			Sup.	Ipresiano					
			Med.	Tanetiano					
			Inf.	Selandiano					
			Paleocénico	Daniano					

Tabela 1 – Esquema estratigráfico para o Cenozóico da Bacia do Douro (sector de Trás-os-Montes) e Bacia do Mondego.

Era/Érat.	Perí./Sist.	Época/Série	Idade/Andar	Unidades faunísticas	Ma	Fase tectónica	Sector distal	Sector intermédio	Sector proximal	Seq. limitadas por descontinuidades (Cunha, 1992)
Cenozóico	Neogénico	Quaternário	Holocénico	Versiliano	0,01	Iberomanchega Bética "Arrábida" Neocastelhana Castelhana Pirenica Pré-Pirenica Neolaramida	Lisboa / Almada	Península de Setúbal	Ribatejo / Alto Alentejo	Beira Baixa
			Plistocénico	Tirreniano	1,8		Aluviões	Aluviões	Aluviões	SLD 14
				Ioniano	2,6		Terraços	Terraços	Terraços	
			Pliocénico	Calabrianio	3,6			Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	SLD 13
				Gelasiano	5,3			Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	
			Inf.	Placenciano	7,3			Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	SLD 12
				Zanciano	11,6			Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	SLD 11
			Sup.	Rusciano	13,7			Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	
				Messiniano	16			Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	
			Med.	Tortoniano	20,4			Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	
				Valesiano	23			Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	
			Langhiano	Astaraciano	34			Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	
				Orleaniano	56			Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	
			Aquitano		66			Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	
								Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	
			Sup.	Chalano				Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	
								Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	
			Inf.	Rupeliano				Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	
								Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	
			Sup.	Priaboniano				Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	
								Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	
			Med.	Bartonian				Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	
								Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	
			Inf.	Luteciano				Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	
								Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	
			Sup.	Ipresiano				Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	
								Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	
			Med.	Tanetiano				Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	
								Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	
			Inf.	Selandiano				Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	
								Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	
			Paleocénico	Daniano				Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	
								Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	

Tabela 2 – Esquema estratigráfico para o Cenozóico da Bacia do Baixo Tejo.

Era/Erat.	Perí./Sist.	Época/Série	Idade/Andar	Unidades faunísticas	Ma	Fase tectónica	Bacia de Alvalade	Bacia do Algarve	Seq. limitadas por descontinuidades (Cunha, 1992)
Cenozóica	Neogénico	Holocénico	Versiliano		0,01	Iberomanchega	Aluviões	Aluviões dunas	SLD 14
			Tirreniano Ioniano				Terraços	Terraços	
		Pliocénico	Calabrian		1,8		Fm. Panóias		SLD 13
			Gelasiano	Villaniano	2,6		Fm. Alvalade	Areias Faro / Quarteira	
		Pliocénico	Sup. Placenciano		3,6			Fm. Ludo	SLD 12
			Inf. Zancleano	Rusciniano	5,3		Fm. Esbarrondadoiro	Areias Montenegro / Areias da Falésia	
		Miocénico	Messiniano	Turoliano	7,3		Fm. Monte Coelho	Fm. Cacula	SLD 11
			Sup. Tortonian	Valesiano	11,6			Arenitos e areias finas	SLD 10
		Miocénico	Serravaliano	Astaraciano	13,7			Esgonolitos de Mem Moniz	
			Med. Langhiano		16			Calcários com seixos	SLD 9
	Paleogénico	Oligocénico	Inf. Burdigaliano	Orleaniano	20,4	Bética		Fm. Lagos - Portimão	
			Sup. Aquitaniano		23				SLD 8
		Eocénico	Inf. Rupeliano		34		Fm. Vale de Guizo		
			Sup. Priaboniano		56			Conglomerados de Guia	SLD 7
		Paleocénico	Med. Bartoniano		66				SLD 6
			Inf. Ipresiano						
		Paleocénico	Sup. Tanetiano						SLD 6
			Med. Selandiano						
		Paleocénico	Inf. Daniano						

Tabela 3 – Esquema estratigráfico para o Cenozóico da Bacia de Alvalade e da Bacia do Algarve.

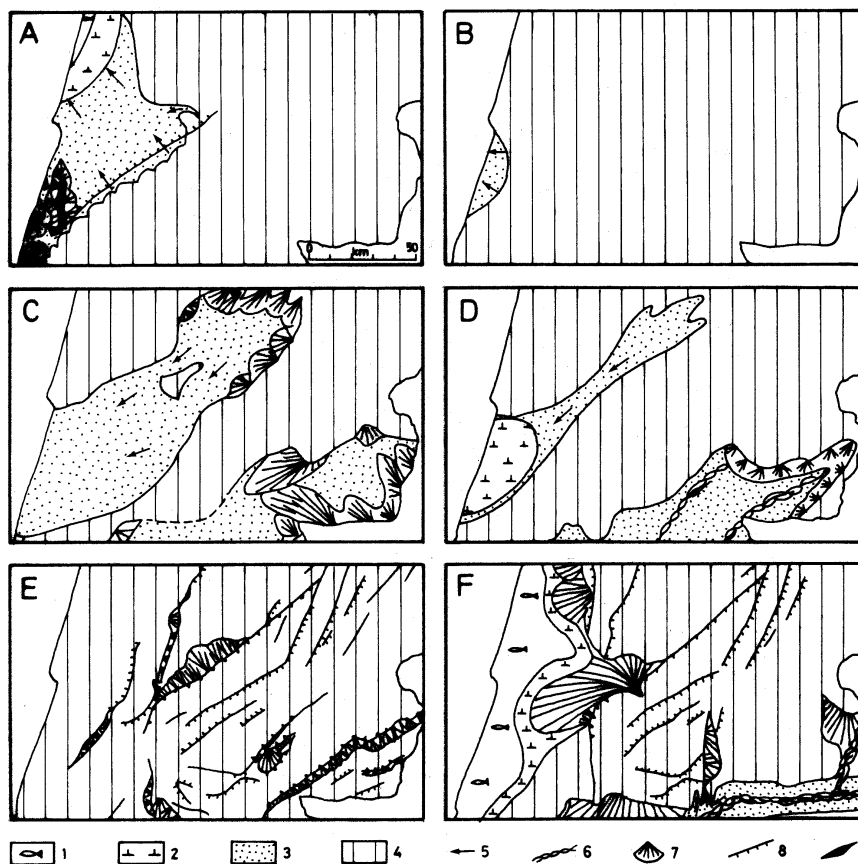


Fig. 1: Paleogeografias da área emersa de Portugal central, desde o Cretácico final até ao Pliocénico (observa-se a Bacia do Mondego e a parte NE da Bacia do Baixo Tejo). Legenda: 1 - marinho; 2 - ambiente de transição; 3 - planície aluvial; 4 - área de não sedimentação; 5 - principal direcção de drenagem; 6 - rio entrançado; 7 - cone aluvial; 8 - falha activa; 9 - diapiro; A - Campaniano final-Maastrichtiano; B - Paleocénico a Ipresiano; C - Eocénico médio a superior; D - Miocénico; E - Miocénico final a Zancleano; F - Início do Placenciano.

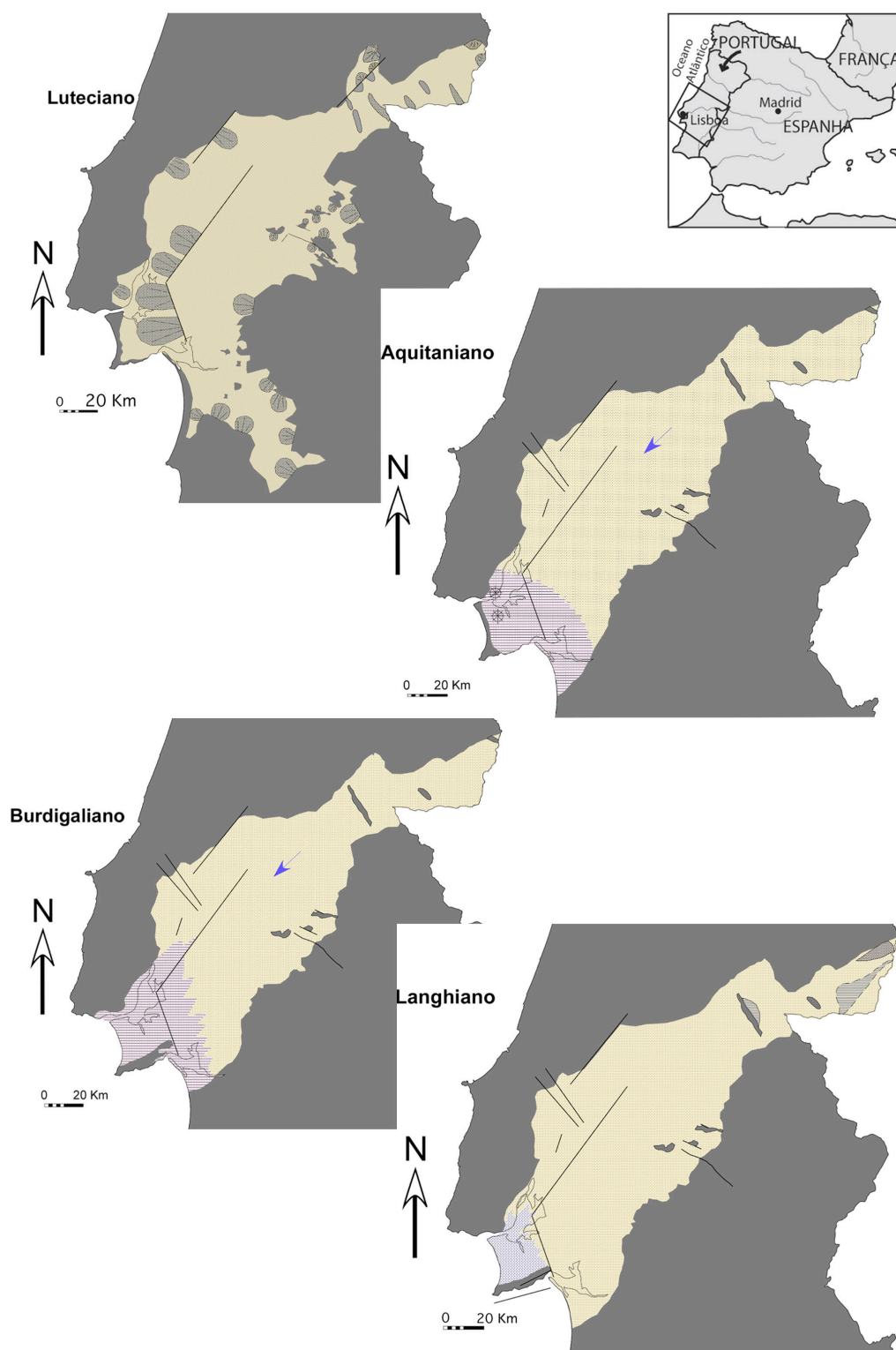


Fig. 2: Reconstituições paleogeográficas da Bacia do Baixo Tejo, do Luteciano ao Langhiano (ver legenda na figura 3).

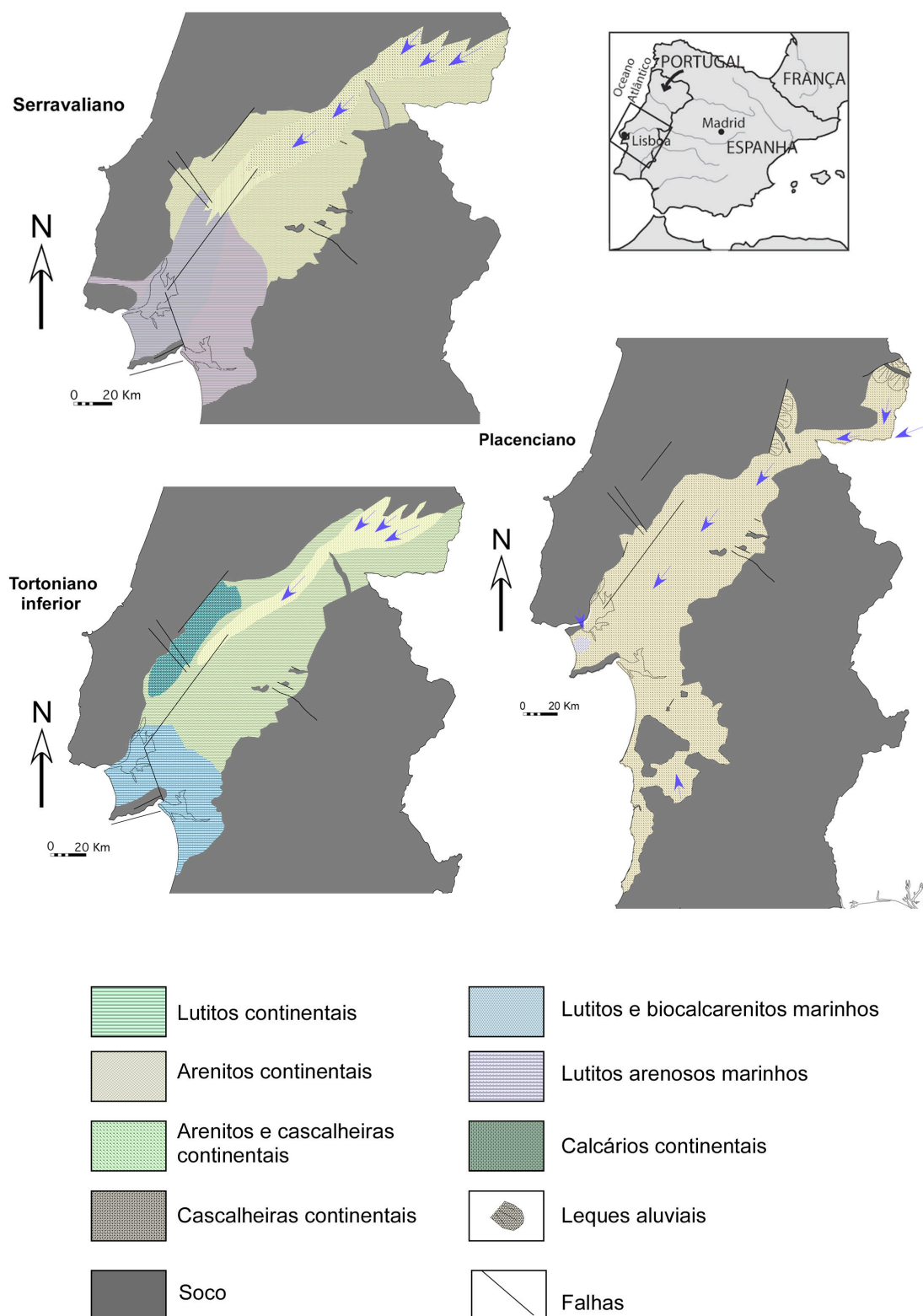


Fig. 3: Reconstituições paleogeográficas da Bacia do Baixo Tejo, do Luteciano ao Langhiano.

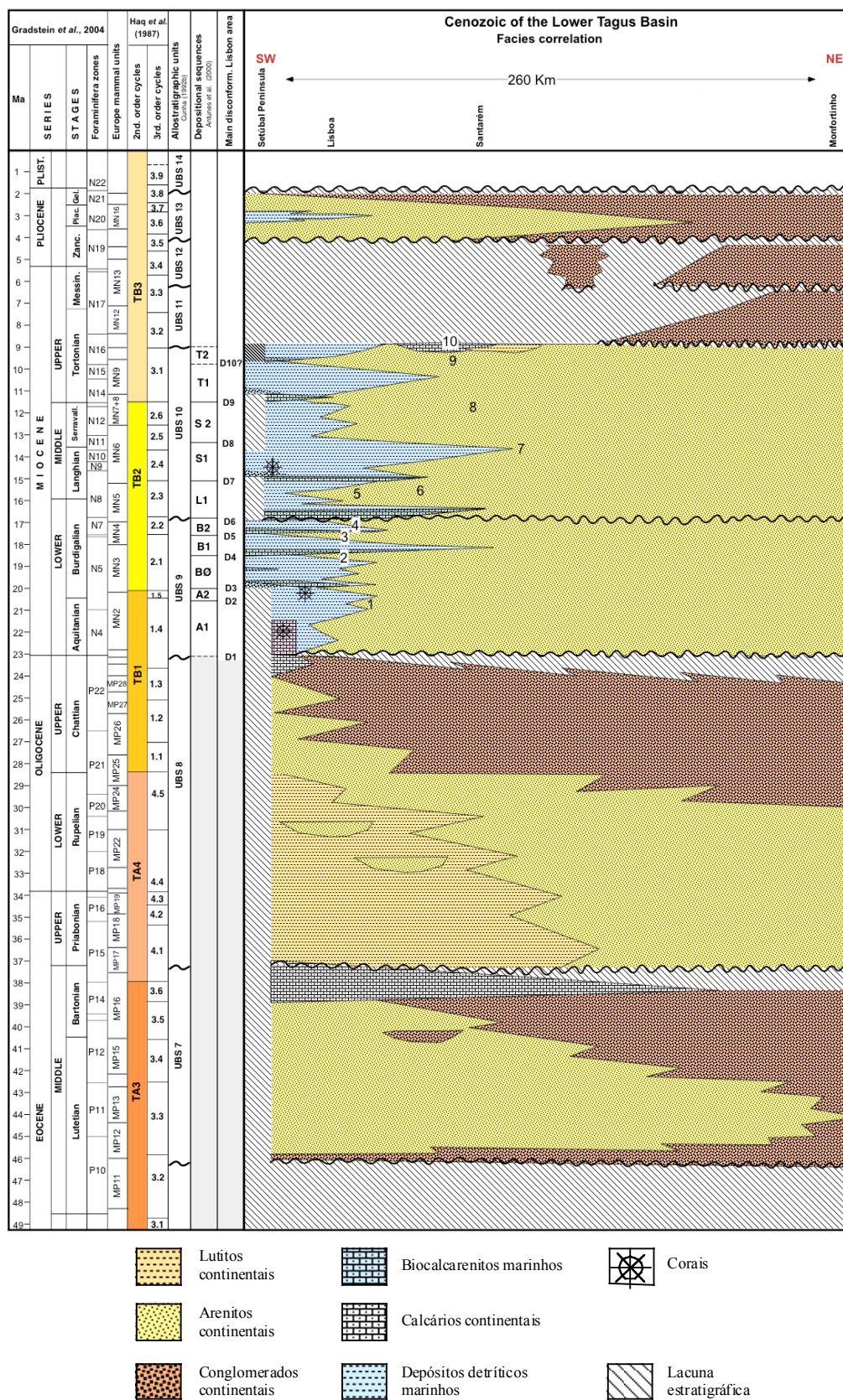


Figura 4: Correlação de fácies, segundo um perfil SW (sector distal) - NE (sector proximal) da Bacia do Baixo Tejo. 1-10 principais jazidas de mamíferos. Jazidas fossilíferas: 1- Km 10 da Autoestrada A1, Horta das Tripas; 2- Av. Uruguai, Univ. Católica; 3 - Quinta do Narigão, Qt. da Noiva, Cristo Rei; 4 - Qt. do Pombeiro, Qt. das Pedreiras; 5 - Chelas 1 (Qt. Farinheira, Qt. Flamenga, Charneca do Lumiar), Chelas 2; 6 - Vila Nova da Rainha inferior; 7 - Póvoa de Santarém; 8 - Casais da Formiga; 9 - Archino, Azambujeira superior, Aveiras; 10 - Asseiceira, Freiria de Rio Maior.

Bacia de Alvalade

A Formação de Vale de Guizo compreende sedimentos arcóscicos carbonatados atribuíveis ao Paleogénico; a Formação de Monte Coelho abarca depósitos heterométricos de leque aluvial com datação provável de Tortoniano a Messiniano; a Formação de Esbarrondadoiro regista sedimentos fluviais a marinhos datados do Messiniano-Zancliano, e a Formação de Alvalade compreende sedimentos arenosos do Pliocénico. Quanto aos depósitos de leque aluvial definidos como Formação de Panóias existe controvérsia sobre se são equivalentes proximais da Formação de Alvalade ou se testemunham um evento deposicional ulterior. Mais recentes, existem vários níveis de terraços, areias dunares e aluviões.

Bacia do Algarve

A sedimentação cenozóica do Algarve tem continuidade paleogeográfica com a Bacia de Guadalquivir. Em terra, os Conglomerados de Guia constituem uma ocorrência local e poderão representar o Paleogénico. O Miocénico está registado pelos calcarenitos da Formação de Lagos (-Portimão) do Burdigaliano a Serravaliano, pela Formação de Mem Moniz, compreendendo espongolitos, arenitos finos e calcários do Serravaliano final ou Tortoniano, e pela Formação de Cacela que consiste em sedimentos finos, lagunares a marinhos, do Tortoniano final a Messiniano. O enchimento culmina com a Formação de Ludo/Areias de Faro-Quarteira. Inseridos já na etapa de encaixe da rede hidrográfica, existem vários níveis de terraços, areias eólicas e aluviões.

3. PRINCIPAIS ETAPAS NA EVOLUÇÃO GEOLÓGICA DURANTE O CENOZÓICO

Durante o Cenozóico a Ibéria sofreu uma intensa deformação compressiva intraplaca que tem sido relacionada com dobramento litosférico (Cloetingh et al., 2002). É actualmente aceite que a litosfera ibérica foi deformada por uma compressão máxima genericamente de N-S (Vegas, 2006); contudo, desde o Miocénico final esta terá rodado para NW-SE (Ribeiro et al., 1996; De Vicente et al., 2008).

Em Portugal central, a meados do Eocénico iniciou-se o desenvolvimento das bacias do Mondego e do Baixo Tejo, como depressões alongadas segundo NE-SW e separadas por um umbral. Até meados do Tortoniano a evolução esteve marcada por progressiva e lenta erosão do Maciço Hespérico, sob condições climáticas que favoreceram o aplanamento do soco e acarreios de

areias feldspáticas (clima semi-árido a subtropical com longa estação seca). Em Portugal atingiu-se o auge da compressão bética a meados do Tortoniano (a cerca de 9,5 Ma) e iniciou-se o soerguimento de importantes volumes montanhosos, como a Cordilheira Central Portuguesa (2000 m) e as Montanhas Ocidentais Portuguesas. Em finais do Miocénico e no Zancliano, sob clima temperado quente e muito contrastado, a sedimentação foi endorreica e expressa por leques aluviais no sopé das escarpas de falhas activas, principalmente falhas inversas NE-SW e desligamentos NNE-SSW. No Pliocénico Superior, o clima temperado quente tornou-se muito húmido e desenvolveu-se uma rede hidrográfica exorreica, precursora da actual; elaboraram-se vales fluviais largos nas áreas montanhosas e deram-se numerosas capturas de bacias interiores. No Plistocénico, a continuação do soerguimento tectónico regional e os períodos com baixo nível do mar foram determinantes no progressivo encaixe da rede hidrográfica e no desenvolvimento de capturas fluviais.

O estudo dos sectores “offshore” da margem ocidental (ex. Pinheiro et al., 1996; Alves et al., 2003) e sul portuguesa (ex. Lopes, 2002; Lopes et al., 2006; Lopes & Cunha, 2007) têm permitido uma maior compreensão das geometrias de enchimento e a identificação das mesmas descontinuidades sedimentares definidas em “onshore” por Cunha (1992b).

4. CONCLUSÕES

Portugal tem um registo do Cenozóico com valor científico significativo e como património geológico. Tem várias bacias que permitem documentar a evolução geológica da bordadura ocidental e sudoeste da Ibéria. O encaixe da rede hidrográfica permite, na maior parte dos casos, um acesso directo ao registo sedimentar das bacias e mesmo ao seu substrato. A pequena dimensão das bacias facilita o estudo integrado de diferentes sectores do enchimento. A Bacia do Baixo Tejo distingue-se não só pelo maior desenvolvimento mas também por possuir um valioso registo fóssil que permite uma integração de escalas biostratigráficas marinhas e continentais e a obtenção de uma estratigrafia de alta resolução no sector distal.

Considera-se importante a finalização da cartografia geológica 1/50.000, o desenvolvimento de estudos mais pormenorizados nas temáticas de sedimentologia, biostratigrafia e tectónica.

5. REFERÊNCIAS

- Alves, T.M.; Gawthorpe, R.L.; Hunt, D.W.; Monteiro, J.H. (2003). Cenozoic tectono-sedimentary evolution of the western Iberian margin. *Marine Geology*, 195, pp. 75-108.
- Antunes, M.T.; Elderfield, H.; Legoinha, P.; Nascimento, A. e Pais, J. (1999). A Stratigraphic framework for the Miocene from the Lower Tagus Basin (Lisbon, Setúbal Peninsula, Portugal). Depositional sequences, biostratigraphy and isotopic ages. *Revista de la Sociedad Geologica de España*, 12 (1), pp. 3-15.
- Antunes, M.T.; Legoinha, P.; Cunha, P.P. e Pais, J. (2000). High resolution stratigraphy and Miocene facies correlation in Lisbon and Setúbal Peninsula (Lower Tagus basin, Portugal). *Ciências da Terra*, 14, pp. 183-190.
- Antunes, M.T.; Legoinha, P.; Nascimento, A. e Pais, J. (1996). The evolution of the lower Tagus basin (Lisbon and Setúbal Peninsula, Portugal from Lower to early Middle Miocene. *Géologie de la France*, B.R.G.M., 4, pp. 59-77.
- Antunes, M.T. e Pais, J. (1993). The Neogene of Portugal. *Ciências da Terra*, 12, pp. 7-22.
- Azevêdo, M.T. (1983). *O sinclinal de Albufeira, evolução pós-miocénica e reconstituição paleogeográfica*. Tese de Doutoramento, Univ. de Lisboa, 302 p.
- Barbosa, B. 1995. *Alostratigrafia e litostratigrafia das unidades continentais da Bacia terciária do Baixo Tejo. Relações com o eustatismo e a tectónica*. Tese de Doutoramento, Univ. de Lisboa, 253 p.
- Brilha, J.; Andrade, C.; Azerêdo, A.; Barriga, F.; Cachão, M.; Couto, H.; Cunha, P.P.; Crispim, J.; Dantas, P.; Duarte, L.V.; Freitas, M.C.; Granja, M.H.; Henriques, M.H.; Henriques, P.; Lopes, L.; Madeira, J.; Matos, J.; Noronha, F.; Pais, J.; Piçarra, J.; Ramalho, M.; Relvas, J.; Ribeiro, A.; Santos, A.; Santos, V. & Terrinha, P. (2005). Definition of the Portuguese frameworks with international relevance as an input for the European geological heritage characterisation. *Episodes*, vol. 28 (3), pp. 177-186.
- Cabral, J. (1995). *Neotectónica de Portugal continental*. Memórias do Instituto Geológico e Mineiro, 31, 265 p.
- Carvalho, A.M. (1968). Contribuição para o conhecimento geológico da bacia terciária do Tejo. *Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal*, 15, 210 p.
- Choffat, P. (1950). Géologie du Cenozoïque du Portugal. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, XXX, supl., 183 p.
- Cloetingh, S.; Burov, E.; Beekman, F.; Andeweg, B.; Andriessen, P.; Garcia-Castellanos, D.; De Vicente, G. e Vegas, R. (2002). *Lithospheric folding in Iberia*. *Tectonics*, 21, 5, pp.1041-1067.
- Cunha, P.P. (1992a). *Estratigrafia e sedimentologia dos depósitos do Cretácico Superior e Terciário de Portugal Central, a leste de Coimbra*. Tese de doutoramento, Univ. Coimbra, 262 p.
- Cunha, P.P. (1992b). Establishment of unconformity-bounded sequences in the Cenozoic record of the western Iberian margin and synthesis of the tectonic and sedimentary evolution in central Portugal during Neogene. *Abstracts of the First Congress R.C.A.N.S. - "Atlantic General Events During Neogene"*, Lisboa, pp. 33-35.
- Cunha, P.P. (1996). Unidades litostratigráficas do Terciário da Beira-Baixa (Portugal). *Com. Inst. Geol. Mineiro*, 82, pp. 87-130.
- Cunha, P.P. (1999). Unidades litostratigráficas do Terciário na região de Miranda do Corvo-Viseu (Bacia do Mondego – Portugal). *Com. Inst. Geol. Mineiro*, Portugal, 86, pp. 143-196.
- Cunha, P.P. (2000). Paleoalterações e cimentações nos depósitos continentais terciários de Portugal central: importância na interpretação de processos antigos. *Ciências da Terra*, 14, pp. 145-154.
- Cunha, P.P.; Barbosa, B. e Pena dos Reis, R., (1993). Synthesis of the Piacenzian onshore record, between the Aveiro and Setúbal parallels (Western Portuguese margin), *Ciências da Terra*, 12, pp. 35-43.
- Cunha, P.P. e Martins, A.A. (2004). Principais aspectos geomorfológicos de Portugal central, sua relação com o registo sedimentar e a importância do controlo tectónico. In: *Geomorfologia do NW da Península Ibérica*. M.A. Araújo & A. Gomes (Ed.), Fac. Letras da Univ. do Porto, pp. 155-182.
- Cunha, P.P.; Martins, A.A. e Pais, J. (2008). O estudo do Cenozóico em Portugal continental – “estado da arte” e perspectivas futuras. *A Terra conflitos e ordem, Livro de homenagem ao Professor Ferreira Soares*, Coimbra, pp. 101-110.
- De Vicente, G., Cloetingh, S., Muñoz-Martín, A., Olaiz, A., Stich, D., Vegas, R., Galindo-Zaldívar, J. and Fernández-Lozano, J., (2008). *Inversion of moment tensor focal mechanisms for active stresses around Microcontinent Iberia: Tectonic implications*. *Tectonics*, 27, pp. 1-22.
- Dias, R.P. (2001). *Neotectónica da região do Algarve*. Tese de Doutoramento em Geologia, Univ. Lisboa, 369 p.

- Dinis, P.A. (2004). *Evolução pliocénica e quaternária do vale do Cértima*. Tese de Doutoramento, Univ. Coimbra, 351 p.
- Diniz, F. (1984). *Apports de la palynologie à la connaissance du Pliocène portugais. Rio Maior, un bassin de référence pour l'histoire de la flore, de la végétation et du climat de la façade atlantique de l'Europe meridionale*. Thèse, Univ. Sc. Techn. Languedoc., Montpellier, 230 p.
- Gomes, A. (2008). *Evolução Geomorfológica da Plataforma Litoral entre Espinho e Águeda*. Tese de Doutoramento, Univ. Porto, 347 p.
- Legoinha, P. (2001). *Biostratigrafia de foraminíferos do Miocénico de Portugal*. Tese de Doutoramento, Univ. Nova de Lisboa, 238 p.
- Lopes, F.C. (2002). *Análise tectono-sedimentar do Cenozóico da Margem Algarvia*. Tese de Doutoramento, Univ. Coimbra, 593 p.
- Lopes, F.C. e Cunha, P.P. (2007). Tectono-sedimentary phases of the latest Cretaceous and Cainozoic compressive evolution of the Algarve margin (southern Portugal). Chapter 6 In: Nichols, G.J., Williams, E.A. and Paola, C. (eds) *Sedimentary processes, environments and basins — a tribute to Peter Friend*. Wiley-Blackwell Publishing LTD, IAS Special Publ., 38, 642 p.
- Lopes, F.C.; Cunha, P.P. & Le Gall, B. (2006). Cenozoic seismic stratigraphy and tectonic evolution of the Algarve margin (offshore Portugal, southwestern Iberian Peninsula). *Marine Geology*, 231, Issues 1-4, pp. 1-36.
- Martins, A.A. (1999). *Caracterização morfotectónica e morfossedimentar da Bacia do Baixo Tejo (Pliocénico e Quaternário)*. Tese de Doutoramento. Univ. Évora, 500 p.
- Martins, A.A.; Cunha, P.P.; Huot, S.; Murray, A. e Buylaert, J.P. (2009). Geomorphological correlation of the tectonically displaced Tejo River terraces (Gavião-Chamusca area, central Portugal) supported by luminescence dating. *Quaternary International*, 199, pp. 75-91.
- Moura, D. (1998). *Litostratigrafia do Neogénico terminal a Plistocénico na Bacia Centro-Algarve, evolução paleoambiental*. Tese de Doutoramento, Univ. Algarve, 256 p.
- Moura, D.; Boski, T. (1999). Unidades litostratigráficas do Pliocénico e Plistocénico no Algarve. *Comun. Inst. Geol. e Mineiro*, 86, pp. 85-106.
- Pais, J. (1981). *Contribuição para o conhecimento da vegetação miocénica da parte ocidental da bacia do Tejo*. Tese de Doutoramento, Univ. Nova de Lisboa, 328 p.
- Pais, J. (1989). Evolução do coberto florestal em Portugal no Neogénico e no Quaternário. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, 75, pp. 67-72.
- Pais, J. (2004). The Neogene of the Lower Tagus Basin (Portugal). *Rev. Española Paleontología*, 19(2), 229-242.
- Pais, J.; Legoinha, P.; Elderfield, H.; Sousa, L.; Estevens, M. (2000). The Neogene of Algarve (Portugal). *Ciências da Terra*, 14, pp. 277-288.
- Pena dos Reis, R.; Cunha, P.P.; Barbosa, B.P.; Antunes, M.T. e Pais, J. (1992). Mainly continental Miocene and Pliocene deposits from Lower Tagus and Mondego Tertiary basins. *Ciências da Terra*, Núm. esp. II, 37-56.
- Pereira, A.R. (1990.) *A plataforma litoral do Alentejo e Algarve ocidental. Estudo de Geomorfologia*. Tese de Doutoramento em Geografia Física, Univ. Lisboa, 450 p.
- Pereira, D.I. (1997). *Sedimentologia e Estratigrafia do Cenozóico de Trás-os-Montes oriental (NE Portugal)*. Tese de Doutoramento, Univ. Minho, 341 p.
- Pereira, D.I.; Alves, M.; Araújo, M.A. e Cunha, P.P. (2000). Estratigrafia e interpretação paleogeográfica do Cenozóico continental do norte de Portugal. *Ciências da Terra*, 14, pp. 73-82.
- Pinheiro, L.M.; Wilson, R.C.L.; Pena dos Reis, R.; Whitmarsh, R.B.; Ribeiro, A. (1996). The Western Iberia Margin: a geophysical and geological overview. *Proceedings of the Ocean Drilling Program. Scientific Results*, 149.
- Pimentel, N.L. (1997). *O Terciário da Bacia do Sado, sedimentologia e análise tectono-sedimentar*. Tese de Doutoramento, Univ. Lisboa, 383 p.
- Ramos, A.M. (2008). *O Pliocénico e o Plistocénico da plataforma litoral entre os paralelos do Cabo Mondego e da Nazaré*. Tese de Doutoramento, Univ. de Coimbra, 329 p.
- Ribeiro, A.; Cabral, J.; Baptista, R. e Matias, L. (1996). *Stress pattern in Portugal mainland and the adjacent Atlantic region, West Iberia*. *Tectonics*, 15, 2, 641-659.
- Teixeira, C. (1979). Plio-pleistocénico de Portugal. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, LXV, pp. 35-46.
- Terrinha, P. (1998). *Structural Geology and Tectonic Evolution of the Algarve Basin, South Portugal*. Ph.D. Thesis, Imperial College, Londres, 430 p.
- Vegas, R. (2006). *Modelo tectónico de formación de los relieves montañosos y las cuencas de sedimentación terciarias del interior de la Península Ibérica*. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Geol)*, 101 (1-4), 31-40.